

위험물사고 사례 분석을 통한 예방 대책



박 경 민 >>
소방방재청 위험물안전팀

1. 개요

최근 산업의 발전에 따라 재난사고는 그 형태가 다양해지고 피해규모가 대형화되고 있는 추세이며, 화학물질 사용의 증가로 위험물로 인한 재난사고 또한 다양화·대형화하여 가고 있다. 위험물의 위험성은 화재위험성 하나만을 가지고 있지 않고, 대표적인 위험성인 화재 외에 2차적인 물리적파괴, 화학적변질, 생리적 기능장애, 사회적 손실 등이 있으므로 하여 위험물 화재에 대한 방지대책의 중요성은 아주 크다. 위험물을 저장·취급하는 사업장은 각종 화재·폭발에 대한 가능성이 항상 존재하고 있어, 종합적인 대책 및 대응 방안이 요구되며, 각종 위험물사고의 다양화·대형화 등에 따른 유사사고 재발방지가 필요하다. 이에 따라 전년도 위험물 사고에 대하여 분석 및

주요 사례를 소개로 유사사고 방지에 조금이나마 도움이 되고자 한다.

2. 사고 현황 및 분석

2.1 지역별

위험물 사고는 전년도에 71건이 발생이 되었으며, 전국 16개 시·도 중 위험물 제조소등의 시설이 분산 배치되어있는 경기도에서 15건의 사고가 발생되어 전체사고의 21%가 집중하고 있음.

2.2 장소별

위험물안전관리법에 정하여진 시설 및 안전규정이 적용되는 허가시설에 비하여 무허가 장소의 시설사고가 24건으로 전체사고의 34%를 차지.

2.3 위험물별

위험물안전관리법상 제1류에서 제6류까지의 위험

물중 제4류 인화성액체인 석유류에서 위험물 사고가 70건으로 가장 많이 발생하여 전체사고의 98%를 차지하고 있으며, 제1류 산화성고체에 의한 사고가 1건 발생하였음.

2.4 사고유형별

위험물의 사고 유형은 화재, 폭발, 누출이 있으며, 이중 화재의 유형은 전체의 66건으로 전체사고의 93%를 차지하고 있으며, 폭발에 의한 사고유형은 5건으로 전체의 7%임

2.5 사고경위별

전체 위험물 사고 71건 중 70.4%인 50건이 제조소등의 내부에서 출화·소진, 제조소등 내부에서 출화하여 제조소등 외부로 확대된 경우의 사고가 12건으로 16.9%를 차지함

2.6 발생 원인별

화재 및 폭발위험성에 대한 위험물 성상을 이해하지 못한 취급, 저장, 운반중의 사용자의 취급부주의 등 인적요인에 의한 사고가 53건으로 전체사고의 48%를 차지하고 있음

2.7 착화 원인별

화재 착화원인별에 있어서는 71건 중 기타 요인이 18건(15.5%), 전기불꽃 12건(14%), 불명 11건(15.5%), 정전기 불꽃 10건(14%) 순으로 나타났음

2.8 인명피해별

2005년도의 위험물 사고로 인한 인명피해 수는 98명으로 나타났으며, 그중 사망자 7명(7.1%), 중상자 69명(70.4%), 경상자 22명(22.4%) 순으로 나타났음

2.9 요일별

위험물 사고는 평일 휴일 구분 없이 발생하고 있으며, 월요일부터 일요일까지 일주일중 목요일에 일어난 사고가 15건으로 전체사고의 21%를 차지함.

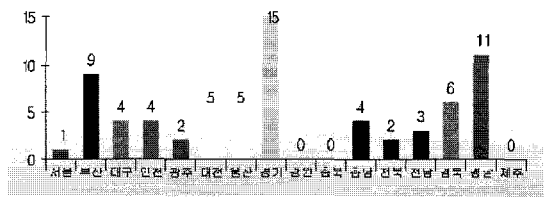
2.10 시간대별

하루 24시간 중 사고가 발생하는 시간은 주로 위험물 취급현장의 근무시간대인 오전 9시부터 오후 6시까지 주로 발생(64.7%)이 됨

3. 항목별 세부분석

3.1 지역별

위험물사고는 전체 위험물 사고 중 경기도가 15건(21.1%)으로 가장 높았으며, 경남11건(15.5%), 부산 9건(12.7%) 순으로 나타났음

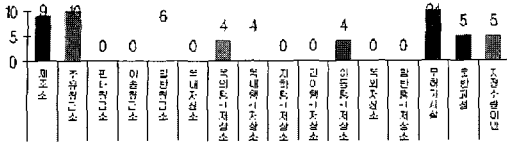


서울	부산	대구	인천	광주	대전	울산	경기
1	9	4	4	2	5	5	15
강원	충북	충남	전북	전남	경북	경남	제주
0	0	4	2	3	6	11	0

3.2 장소별

시설 및 안전규정이 적용되는 허가시설에 비하여 무허가 시설사고가 24건으로 전체사고의 34%이며, 주유취급소에서 10건, 제조소에서 9건순으로 나타났으며, 법적인 시설설치 기준을 지키지 않은 시설에서

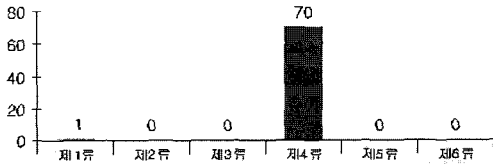
많은 사고가 발생함을 알 수 있음



제조소	주유취급소	일반취급소	옥외탱크	옥내탱크	이동탱크	무허가시설	운반과정	지정수량미만
9	10	6	4	4	4	24	5	5

3.3 위험물별

위험물 분류는 제1류에서 제6류까지 6가지로 구분되며 위험물 사고는 제4류(인화성 액체) 위험물에 의하여 주로 발생되고 있음



제1류	제2류	제3류	제4류	제5류	제6류
1	-	-	70	-	-

3.4 사고유형별

사고유형은 화재, 폭발, 누출 3가지로 나누어지며 주로 화재에 의한 유형이 66건으로 가장 많으며, 또한 폭발에 의한 건수가 5건임



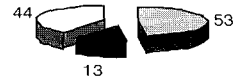
화재	폭발	누출
66	5	0

3.5 발생 원인별

3.5.1 사고발생 원인별 현황

위험물 사고를 사고발생 원인별로 구분하면 인적요인, 물적요인, 기타요인으로 구분이 되며, 사고발생 건수의 우선순위로 인적요인, 기타요인, 물적요인이며 위험물 취급 시 안전수칙 준수 등 철저한 안전이행이 필요함

사고발생건수



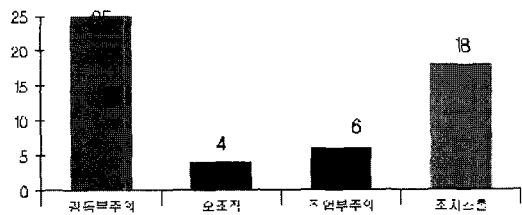
□ 인적요인 ■ 물적요인 ▨ 기타요인

계	인적요인	물적요인	기타요인
110	53	13	44

3.5.2 원인별 세부분석

가) 인적요인

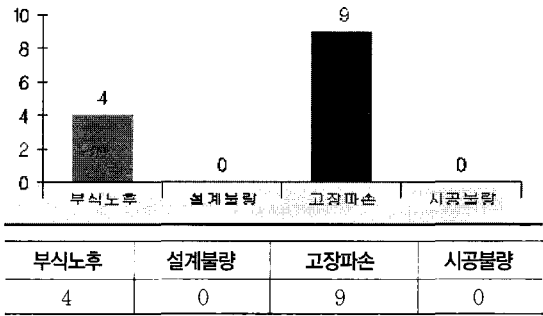
사고발생 원인 중 인적요인에 의한 사고는 감독부주의에 의한 사고(25건)가 가장 많았으며, 조치소홀 18건, 작업부주의 6건, 오조작 4건으로 위험물 취급 시 안전수칙 준수 등 철저한 안전이행이 필요함



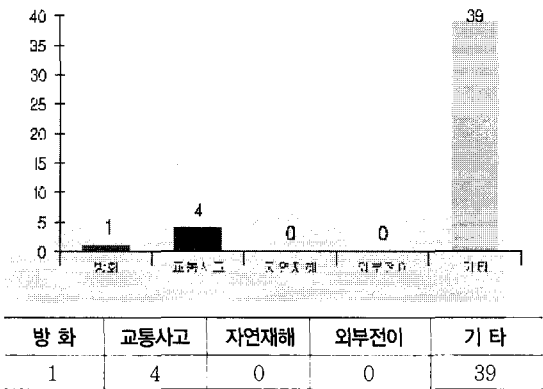
계	감독부주의	오조작	작업부주의	조치소홀
53	25	4	6	18

나) 물적요인

물적 요인별로 분석하면 시설 관리 소홀로 인하여 고장파손에 의한 건수가 9건으로 전체의 69% 가장 많으며 그 다음이 부식노후 순으로 나타났으며, 사고 방지를 하기 위하여선 정기적인 보수와 수리가 필요한 것으로 나타남

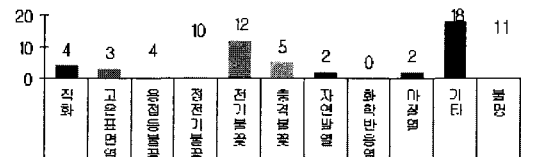


다) 기타요인



3.6 착화 원인별

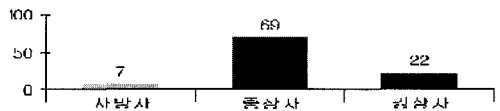
착화원에 의한 사고는 전기불꽃이나 정전기 불꽃에 의한 원인에 의한 사고가 가장 많았음



직화	고 온 표면열	용접등 불꽃	정전기 불꽃	전기 불꽃	총 격 불꽃
4	3	4	10	12	5
자연 발열	화 학 반응열	마찰열	기 타	불 명	
2	0	2	18	11	

3.7 인명피해별

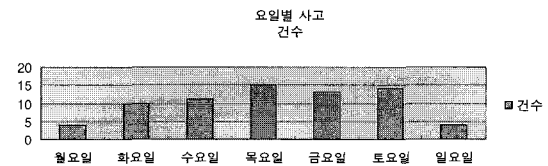
위험물 사고의 피해는 크게 인명·재산피해로 나뉘어지고, 그 중 인명피해는 사망자, 중상자, 경상자로 구분되며, 사고는 순간적인 폭발에 의한 화재로 이어져 발생시에는 중상 이상의 인명피해 발생이 많음



사망자	중상자	경상자
7	69	22

3.8 요일별

요일별로 사고의 발생 빈도수를 보면 주로 평일에 발생하였으며, 그중 목요일에 15건으로 가장 많이 발생하였음.

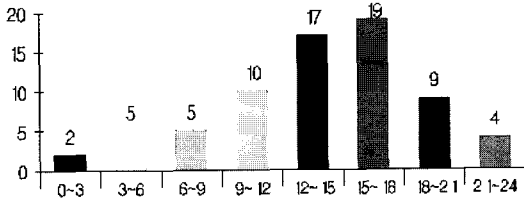


월요일	화요일	수요일	목요일	금요일	토요일	일요일
4	10	11	15	13	14	4

3.9 시간대별

위험물 사고는 하루 중 위험물 취급현장의 근무시간대인 오전 9시부터 오후6시까지 집중적으로 발생하는 것으로 나타났으며 그중 15~18시 사이에 가장

많이 발생하며, 다음으로 12~15시간대와 9~12 시간대로 나타났음

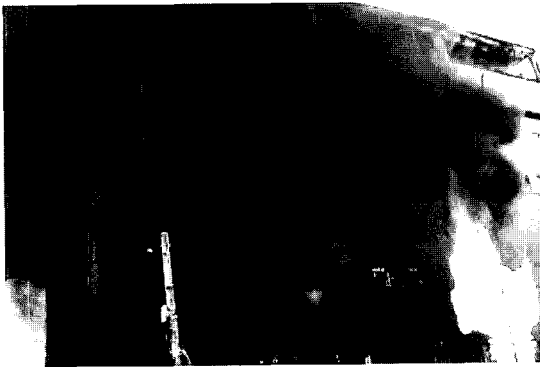


0~3	3~6	6~9	9~12	12~15	15~18	18~21	21~24
2	5	5	10	17	19	9	4

4. 주요 위험물 사고 사례

4.1 옥내저장탱크 폭발사고

1. 사고과정 : 폭발음과 함께 파편이 비산하고 지



통기관에서 화염 분출



천정이 붕괴 및 수열됨

하에서 상층부 쪽으로 급격하게 농연과 화염이 올랐다고 주민이 진술하였으며, 건물 지하 유류 탱크실 부근이 균열되고 유류 탱크실 및 휴업중인 다방의 천정이 붕괴된 점으로 보아 옥내탱크저장소 부근에서 발생한 유증기가 미상의 점화원에 의해 폭발하면서 건물내부 붕괴 및 화재가 발생 한 것으로 추정됨.

2. 사고원인 : 원인미상

3. 피해현황

· 재산피해 : 81,630천원

· 인명피해 : 58명

4. 관련법 위반사항 및 조치결과

· 위반사항 : 방화관리자 및 위험물안전관리자 미선임

· 조치결과 : 관계자 사망으로 조치 불가

5. 문제점 및 개선대책

· 문제점 : 아파트 재개발 지역으로 보상절차가 끝나고 관리주체 부재된 상태의 안전관리미흡

· 개선대책 : 재개발 지역 등 취약지구에 대한 탱크저장소 용도폐지 철차의 철저한 이행 및 점검 필요.

4.2 옥외탱크 고정작업 중 발생 화재

1. 사고과정 : 공장건물 외부에 설치된 소각로 관련시설인 소량 옥외탱크저장소(경유 약 160리터)를 고정하기 위해 용접작업을 하던 중 탱크 안에 잔류했던 누출 경유에 용접불티가 착화 발화된 화재임.

2. 사고원인 : 용접불티에 의한 화재

3. 사고시설 공정개요 : 소각로 연료 저장용 옥외 탱크임

4. 피해현황

· 재산피해 : 100천원

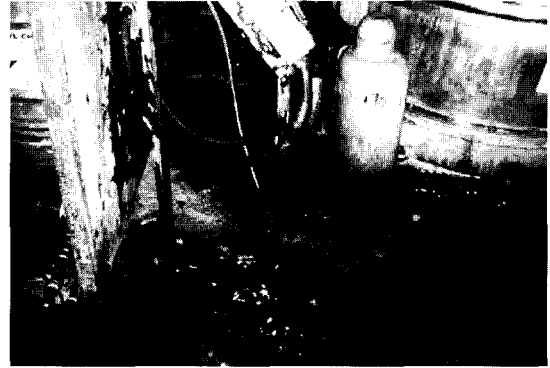
· 인명피해 : 1명 (부상 1명)

5. 관련법 위반사항 및 조치결과 : 없음

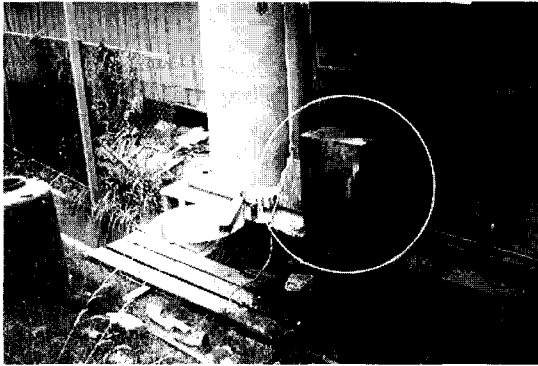
6. 문제점 및 개선대책



용접작업 부분(최초 발화지점)



탈수기 전면의 플라스틱 탄화형태



소각로 경유탱크 발화 파열부분



탈수기에 연결된 반응기의 파손

- 문제점 : 위험물을 취급하는 작업 시 주의사항에 대한 안전 불감
- 개선대책 : 인적요인 의한 사고예방을 위하여 작업 시 주의사항 및 위험물 취급 시 안전관리 사항에 대한 홍보실시

- 인명피해 : 없음
- 5. 관련법 위반사항 : 없음
- 6. 문제점 및 개선대책

4.3 일반취급소 폐수펌프 전기 스파크에 의한 화재

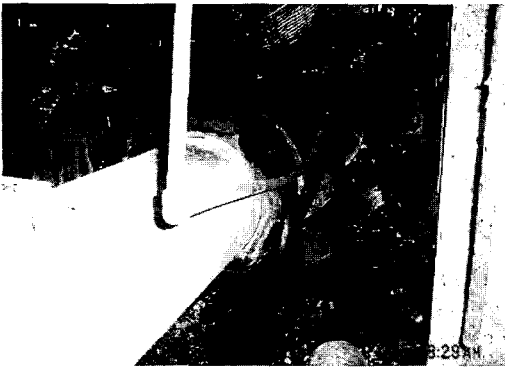
1. 사고과정 : 일반취급소 내에서 폐수펌프가 작동 중에 미상의 원인으로 정전기에 의한 스파크가 발생되면서 탈수기 하단의 공간에 고여 있는 톨루엔에서 생성된 유증기에 착화되어 발생된 화재임.
2. 사고원인 : 스파크에 의한 유증기에 착화 추정
3. 사고시설 공정개요 : (사고현장 그림) 별첨
4. 피해현황
 - 재산피해 : 24,000천원

- 문제점 : 위험물제조소등의 소화설비에 대한 소화난이도 등급 적용 시 제조소등의 규모, 저장 또는 취급하는 위험물의 품명 및 최대수량 등에 따라서 소화설비를 적용하는 관계로 제조소 및 일반취급소 화재발생시 초기진압에 용이한 소화설비(스프링클러설비 및 물 분무 등 소화설비)가 적용되지 않아 초기에 화재진압을 하는데 문제점이 발생됨.
- 개선대책 : 『위험물안전관리법 별표17 소화설비, 경보설비 및 피난설비의 기준과』같이 위험물제조소등에 대하여는 (별표17)과 같이 위험물제조소등에 대한 소화난이도 등급을 적용하나, 직접적으로 위험물을 제조, 생산하는 제조소 및 일반취급소에 대하여는 소화설비의 소

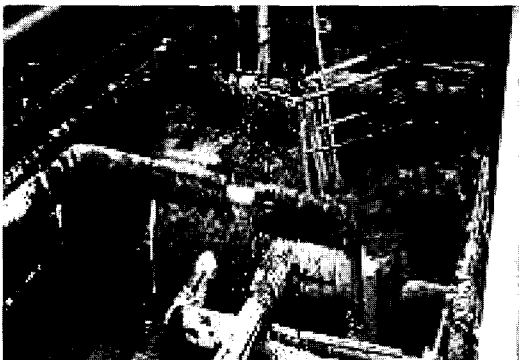
화난이도 등급에 관계없이 소화설비를, 위험물의 소화적응성에 적합한 용도의 스프링클러 설비 및 물 분무 등 소화설비를 적용하여, 제조소 및 일반취급소 화재발생시 초기에 화재를 진압, 인접건물로의 연소 확대 방지에 유효할 것으로 판단됨.

4.4 PTA공정 가연물 누출에 의한 화재

1. 사고과정 : PTA(고순도 테레프탈산)를 생산하는 PTA 공정의 플랜트설비 건물 중 열교환기 배관부근에서 공급용해조로 보내기 위해 PTA를 액체로 유지시키기 위하여 예열하여 주는 열교환기의 열원(250℃ 정도의 핫오일) 또는 예열된 PTA물질이 배관의 익스팬션조인트 부분이 노후·부식으로 인해 파열되면서 누출되어 마찰열이 발생하여 화재가 난 것으로 추정



열교환기 배관 조인트 파열부분(최초 발화)



PTA공정 화재현장 전경

됨.(CCTV 판독결과 최초발화지점은 열교환기 추정)

2. 사고원인 : 배관노후·부식 따른 고온의 열매체유가 누출
3. 사고시설 공정개요 : 원료인 PX(파라크실렌, 제2석유류)를 공기와 산화 반응시켜 결정화시키면 TA(테레프타릭에시드)가 생산됨. 열교환기(불순물 제거하기위한 용도, 열매체유인 핫오일)내부로 TA를 투입하여 다시 환원반응기를 거쳐 고순도 분말인 PTA(비위험물, 실만드는 원료) 생산
4. 피해현황
 - 재산피해 : 29,848천원
 - 인명피해 : 없음
5. 관련법 위반사항 및 조치결과
 - 위반사항 : 특이사항 없음
 - 조치결과 : 특이사항 없음
6. 문제점 및 개선대책
 - 문제점 : 노후시설에 대한 시설개선사업 미흡으로 사고위험성 증가
 - 개선대책 : 노후시설에 대한 자체안전관리를 위한 사업주의 시설개선사업투자확대방안 마련

4.5 무허가위험물(유사휘발유) 저장·보관차량 화재

1. 사고과정 : 도로상에 주차되어 있던 차량에 유사휘발유를 차량적재함에 보관 중 차량내부 기온상승으로 인하여 자연발화한 화재임.
2. 사고원인 : 화재당일 차량외부 온도가 섭씨 30℃이상 올라가고 있고 차량의 위치가 그늘이 없는 곳에 위치하였던 점으로 보아 차량내부에 적재되었던 유사휘발유통에서 기온상승으로 인한 유사휘발유의 유증기가 자연발화한 것으로 추정
3. 사고시설 공정개요 : 무허가위험물 유사휘발

유 324리터(칸:18리터×18개)를 차량에 보관·저장 후 불법판매를 목적으로 함.

4. 피해현황

· 재산피해 : 930천원

· 인명피해 : 없음

5. 관련법 위반사항 및 조치계획

· 위반사항 : 위험물안전관리법 및 석유 및 석유 대체연료사업법 위반

· 조치결과 : 입건

6. 문제점 및 개선대책

· 문제점 : 무허가위험물(유사휘발유)을 불법으로 보관 및 판매 시 다수인명피해 및 대형화재를 발생시킬 수 있는 요인이 산재해 있으며, 또한 이동판매 및 단속 시 대포차량 등을 이용한 불법판매 등 소유자 추적 불가시 차후 조치에 많은 어려움이 있으므로 각종 매스컴 등을 통한 지속적인 홍보가 필요함.

· 개선대책 : 무허가위험물(유사휘발유 등) 제조, 판매 등에 대한 지속적인 단속 및 홍보가 필요함.

4.6 페인트 제조공장 위험물 화재

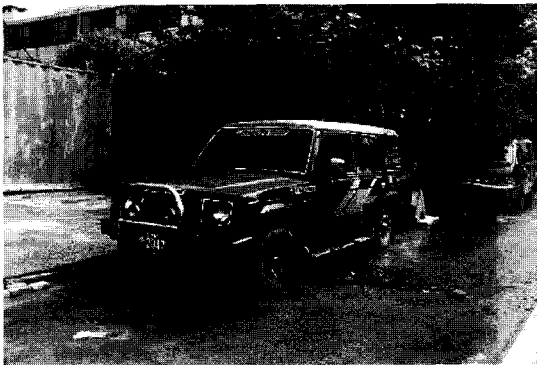
1. 사고과정 : 2005. 2.22(화) 04:34경 ○○제약의 공장 종업원들은 모두 퇴근한 상태에 식품제조실로 이용하던 공장내부에서 연기를 목격한 행인이 119로 신고, 출동대 현장도착(04:36)시 식품 제조실에서 연기가 분출되고 있었으며, 내부에 있던 원자재 및 건물 일부만 소실되고 진압된 화재임.

2. 사고원인 : 미상

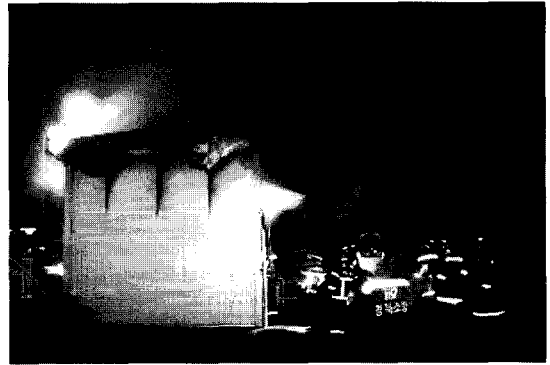
3. 피해현황

· 재산피해 : 6,773천원

· 인명피해 : 없음



무허가위험물 저장·보관차량화재



식품제조실 화재모습



무허가위험물 저장·보관 차량화재



진화 후 모습

4. 관련법 위반사항 및 조치계획

· 위반사항 : 없음

5. 문제점 및 개선대책

- 문제점 : 일반적으로 공장 내 난방용으로 사용하는 옥외탱크저장시설의 경우 화재가 발생하여 탱크의 배관 등으로 누설된 경우에 인화됨으로 대형화재로 전개될 위험이 있음
- 개선대책 : 난방용으로 사용하는 위험물 옥외탱크에서 위험물이 화재 등으로 누설되지 않는 구조 또는 방유제를 설치토록 법적 근거 마련

6. 결론

기존에 발생한 위험물 관련 사고를 분석하고 현상을 이해함으로써 예방대책을 강구하는데 도움이 될 수 있을 것이다. 또한, 과거의 사고를 단순히 상기해보는 데서 그치지 말고 하나하나의 사고가 시사하는바가 무엇인가를 도출하여 유사사고의 재발을 방지하는 대책을 강구할 수 있어야 할 것이다. 아무리 작은 사고라 할지라도 가볍게 여겨선 아니 되며, 오히려 조그마한 사고에서 배울 점이 많을 수 있다는 것을 염두에 두며 실용성 있는 실천 중심적인 위험물 사고 예방을 펼쳐나가야 할 것이다.